



99137

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08075661 A**(43) Date of publication of application: **22.03.96**

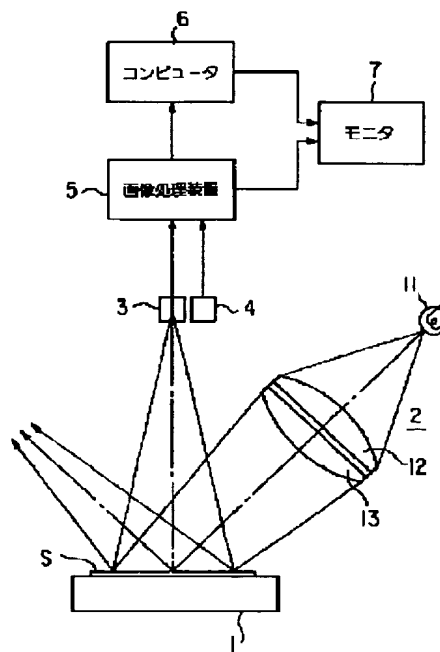
(51) Int. Cl.

G01N 21/88**G06T 1/00****H01L 21/66****// G06T 7/00**(21) Application number: **06208886**(71) Applicant: **OLYMPUS OPTICAL CO LTD**(22) Date of filing: **01.09.94**(72) Inventor: **TSUCHISAKA SHINICHI**(54) **DEFECT DETECTING EQUIPMENT**

(57) Abstract:

PURPOSE: To realize a plurality of illumination methods by one optical system, and exact classification of defects and to realize a judging function similar to the human ability of inspection by visual observation.

CONSTITUTION: In the equipment for detecting a defect by casting an illuminating light on the surface S of an object of inspection whereon a lattice pattern is formed, an illuminating optical system 2 which casts on the surface of the object of inspection the illuminating light in the direction intersecting the aforesaid pattern perpendicularly in a prescribed sphere of illumination of the surface from an oblique position and converges a diffracted light generated on the surface to a prescribed position is provided. This equipment has image input means 3 and 4 which pick up an image of the aforesaid sphere of illumination from a position being apart from the aforesaid surface of the object of inspection in such a degree as not to be illuminated by the illuminating light and excluding the position of convergence of the diffracted light and/or the point of convergence thereof, and a display means 7 which visualized image signals of a diffracted light zone outputted from the image input means 3 and 4.



COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-75661

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 N 21/88

G 0 6 T 1/00

H 0 1 L 21/66

識別記号

E

庁内整理番号

J 7735-4M

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/ 64

3 2 0 C

15/ 62

4 0 5 A

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平6-208886

(22) 出願日

平成6年(1994)9月1日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 土坂 新一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

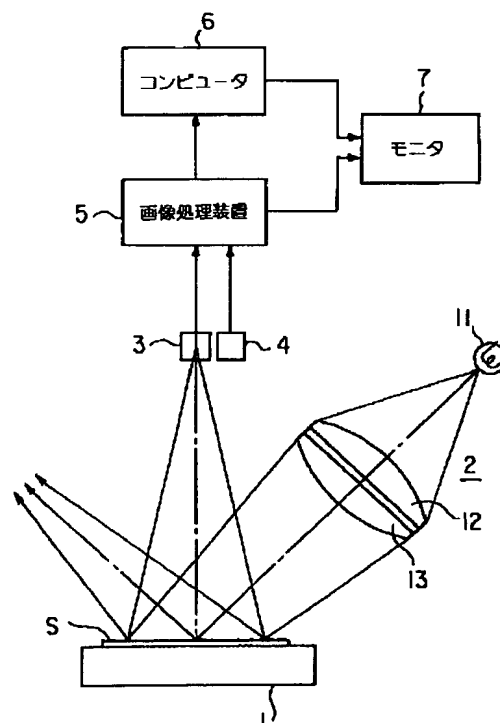
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 欠陥検出装置

(57) 【要約】

【目的】本発明は、複数の照明法を1つの光学系で実現でき、欠陥種別を正確に分類することができ、人間の目視観察による検査能力と同様の判断機能を実現することを目的とする。

【構成】格子パターンが形成された被検体表面に照明光を照射して欠陥を検出する装置において、被検体表面に対して斜めの位置から被検体表面の所定の照明範囲に前記パターンと直交する方向の照明光を照射し被検体表面で発生した回折光を所定位置に収束させる照明光学系2と、照明光をけらない程度に前記被検体表面から離れた位置でかつ回折光の収束位置及び又は回折光の収束点以外の位置から前記照明範囲を撮影する画像入力手段3、4と、画像入力手段3、4から出力される回折光帯の画像信号を可視化する表示手段7とを具備して構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一方向に連続する複数の直線が形成された被検体表面に照明光を照射して当該被検体の欠陥を検出する欠陥検出装置において、被検体表面に対して斜めの位置から被検体表面の所定の照明範囲に前記直線と直交する方向の照明光を照射し、被検体表面で発生した回折光を所定位置に収束させる照明光学系と、前記照明光をけらない程度に前記被検体表面から離れた位置であり、かつ前記回折光の収束位置及び又は回折光の収束点以外の位置から前記照明範囲を撮影する画像入力手段と、前記画像入力手段から出力される照明範囲の画像を可視化する表示手段とを具備したことを特徴とする欠陥検出装置。

【請求項 2】 前記照明光学系は、光源と、この光源から発した光を収束光に変換して前記照明範囲に照射する凸レンズとを備えていることを特徴とする請求項 1 記載の欠陥検出装置。

【請求項 3】 前記照明光学系を、光源と、この光源から発した光をアフォーカルな平行光束に変換して前記照明範囲に照射する照射レンズとを備えた構成とし、前記画像入力手段と前記被検体表面との間であって前記照明光をけらない程度に被検体表面から離れた位置に前記照明範囲に対応した径を有し照明範囲から入射する平行光束を前記画像入力手段の受光部に収束させる結像レンズを配置したことを特徴とする請求項 1 記載の欠陥検出装置。

【請求項 4】 前記画像入力手段は、回折光の収束位置に配置された第 1 の撮像手段と、前記回折光の収束位置近傍に配置された第 2 の撮像手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 記載の欠陥検出装置。

【請求項 5】 少なくとも一方向に連続する複数の直線が形成された被検体表面に照明光を照射して当該被検体の欠陥を検出する欠陥検出装置において、光源と、この光源から発した光を収束光する凸レンズとを備え、被検体表面に対して斜めの位置から被検体表面の所定の照明範囲に前記直線と直交する方向の第 1 の照明光を照射する第 1 の照明光学系と、被検体表面に対して斜めの位置から前記照明範囲に前記直線と斜交する第 2 の照明光を照射する第 2 の照明光学系と、前記収束光学系による回折光の収束位置及び又は回折光の収束位置以外の位置から前記照明範囲を撮影する画像入力手段と、前記画像入力手段から出力される照明範囲の画像を可視化する表示手段とを具備したことを特徴とする欠陥検出装置。

【請求項 6】 少なくとも一方向に連続する複数の直線が形成された被検体表面に照明光を照射して当該被検体

の欠陥を検出する欠陥検出装置において、

被検体表面に対して斜めの位置から被検体表面の所定の照明範囲に前記直線と直交する方向の第 1 の照明光を照射する第 1 の照明光学系と、

被検体表面に対して斜めの位置から前記照明範囲に前記直線と斜交する第 2 の照明光を照射する第 2 の照明光学系と、

前記第 1、第 2 の照明光をけらない程度に前記被検体表面から離れた位置に配置され、前記第 1 の照明光により被検体表面で発生した回折光を収束させる収束光学系と、

前記収束光学系による回折光の収束位置及び又は回折光の収束位置以外の位置から前記照明範囲を撮影する画像入力手段と、

前記画像入力手段から出力される照明範囲の画像を可視化する表示手段とを具備したことを特徴とする欠陥検出装置。

【請求項 7】 前記第 1 の照明光学系を、光源と、この光源から発した光をアフォーカルな平行光束に変換して前記照明範囲に照射する照射レンズとを備えた構成とし、

前記収束光学系を、前記画像入力手段と前記被検体表面との間であって前記第 1、第 2 の照明光をけらない程度に被検体表面から離れた位置に配置され、前記照明範囲に対応した口径を有し照明範囲から入射する平行光束を前記画像入力手段の受光部に収束させる結像レンズを備えた構成としたことを特徴とする請求項 6 記載の欠陥検出装置。

【請求項 8】 標本表面の前記照明範囲を干渉照明する干渉照明光学系を備えたことを特徴とする請求項 3 又は請求項 7 のいずれかに記載の欠陥検出装置。

【請求項 9】 前記干渉照明光学系は、画像入力手段の受光部と標本表面との間に設けられたハーフミラーと、このハーフミラーで折り曲げた光軸上における前記結像レンズの焦点位置に設けられ前記結像レンズの開口数を満たす拡散光源とを備えて構成されることを特徴とする請求項 8 記載の欠陥検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ガラス又はシリコンウエハ上に 0.3 ~ 20 μ m 程度の配線を格子状に規則正しく刻印してなる液晶基板又は IC ウエハの傷、シミ、膜厚ムラ、ステップのショットずれ、塵などを検査する外観検査用の欠陥検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 現在、液晶基板や IC ウエハの外観検査は、種々の光束の照明光を様々な角度から照射し、被検物を回転又は揺動させながら、観察者が顕微鏡の観察像を直接に目視することにより行われることが多い。

【0003】 欠陥検出の原理は、その種類に応じて相違

している場合が多い。基板表面の塵、突起、傷などの欠陥検出は、光照射によって基板表面の欠陥から発せられる散乱光を利用することができる。

【0004】ショットずれの欠陥は、規則正しいパターンに検査光が照射されることによりパターンエッジより発生する回折光が作り出す分光縞との比較により被検体のパターン変形による分光縞の乱れを検出することにより発見できる。ショットずれとは、下地のパターンに対してステッパーの移動誤差により新しく作られたパターンがずれてしまう現象のことである。また、回折光の分光縞とは、回折格子による光の分光作用であり、白色光が青色から赤色光に分光される現象をいう。一般に、対角10°程度のパネルでは、パネルの1/4の大きさのショットを4ショットうつことにより1枚の印画を終了するが、1つのショットずれがあるとパネルの1/4は色が変わって見える。

【0005】レジストの膜厚ムラや飛び散りの欠陥は、等膜厚干渉縞の乱れを利用して検出することができる。さらに、シミと呼ばれる欠陥は、周りの地色より黒ずんだ部分をさし、光の吸収性の高いことを利用して検出できる。

【0006】観察者による目視検査では、これら各種欠陥の多くを、上述した照明下で基板を回転、揺動させて、目の位置を図13(a)～(c)に示すように変えながら一回で検出している。

【0007】図13(a)は、基板表面の塵、突起の検出に適した目の位置を示している。基板表面と検査光の角度は小さくし、目は検査光が基板で反射した反射光束を僅かに外した位置となっている。

【0008】図13(b)は、回折光の観察に適した目の位置を示している。目は基板と対向した位置に置き、基板表面と検査光との角度は大きくするのが好ましい。図13(c)は、干渉縞の観察に適した目の位置を示している。検査光は基板表とは直角に近い角度を有しており、目は反射光束中に置いている。

【0009】ところで、最近では欠陥の定量化、検査の省力化、高速化にともない外観検査を自動化する要請が強くなっており、このような要請に応えるかたちでいくつかの装置が提案されている(特開平5-232032号等)。かかる欠陥検出装置は、人間の目では発見不可能な欠陥を検出することに主眼を置いたものと、人間の目視観察と同等の検出能力を持たせることに主眼を置いたものの2つのタイプに分類される。特に、後者のタイプは、これまでの欠陥検査が目で行われていた経緯から目を基準にした欠陥判定を各製造プロセスに適用したため目と同じ欠陥判定を行える装置で製造プロセスを管理したいとの観点から開発が進められている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述したように人間の目視観察では種々の照明法により何種類もの

欠陥を検出しているが、現在の多くの欠陥検出装置は1つの照明法しか持たないため散乱、回折、干渉の検出原理を同時に満たすことができず、いずれか1つの検出原理で検出可能な欠陥しか検出することができなかった。このため、いくつもの種類の欠陥を検出して、全ての種類の欠陥の発生原因をその発生した製造プロセスへそれぞれフィードバックするような用途には十分に対応できていなかった。

【0011】また、欠陥種別を画像処理で判断する場合、一般には欠陥の大、小、明、暗の4つのファクターから推定することになるが、1つの照明法のみでは欠陥によっては十分な情報を得ることができないといった不具合がある。

【0012】本発明は、以上のような実情に鑑みてなされたもので、複数の照明法を1つの光学系で実現でき、欠陥種別を正確に分類することができ、人間の目視観察による検査能力と同様の判断機能を実現できる欠陥検出装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために以下のような手段を講じた。請求項1に対応する本発明は、規則正しく格子状のパターンが形成された被検体の表面に照明光を照射して当該被検体の欠陥を検出する欠陥検出装置において、被検体表面に対して斜めの位置から被検体表面の所定の照明範囲に前記パターンと直交する方向の照明光を照射し、被検体表面で発生した回折光を所定位置に収束させる照明光学系と、前記照明光をけらない程度に前記被検体表面から離れた位置であり、かつ前記回折光の収束位置及び又は回折光の収束点以外の位置から前記照明範囲を撮影する画像入力手段と、前記画像入力手段から出力される回折光帯の画像信号を可視化する表示手段とを具備する構成とした。

【0014】請求項2に対応する本発明は、前記照明光学系を、光源と、この光源から発した光を収束光に変換して前記照明範囲に照射する凸レンズとを備えて構成した。請求項3に対応する本発明は、前記照明光学系を、光源と、この光源から発した光をアフォーカルな平行光束に変換して前記照明範囲に照射する照射レンズとを備えた構成とし、前記画像入力手段と前記被検体表面との間であって前記照明光をけらない程度に被検体表面から離れた位置に前記照明範囲に対応した径を有し照明範囲から入射する平行光束を前記画像入力手段の受光部に収束させる結像レンズを配置している。

【0015】請求項4に対応する本発明は、前記画像入力手段を、回折光の収束位置に配置された第1の撮像手段と、前記回折光の収束位置近傍に配置された第2の撮像手段とから構成している。

【0016】請求項5に対応する本発明は、少なくとも一方向に連続する複数の直線が形成された被検体表面に照明光を照射して当該被検体の欠陥を検出する欠陥検出

装置において、光源と、この光源から発した光を収束光する凸レンズとを備え、被検体表面に対して斜めの位置から被検体表面の所定の照明範囲に前記直線と直交する方向の第 1 の照明光を照射する第 1 の照明光学系と、被検体表面に対して斜めの位置から前記照明範囲に前記直線と斜交する第 2 の照明光を照射する第 2 の照明光学系と、前記収束光学系による回折光の収束位置及び又は回折光の収束位置以外の位置から前記照明範囲を撮影する画像入力手段と、前記画像入力手段から出力される照明範囲の画像を可視化する表示手段とを具備する構成とした。

【0017】請求項 6 に対応する本発明は、規則正しく格子状のパターンが形成された被検体の表面に照明光を照射して当該被検体の欠陥を検出する欠陥検出装置において、被検体表面に対して斜めの位置から被検体表面の所定の照明範囲に前記パターンと直交する方向の第 1 の照明光を照射する第 1 の照明光学系と、被検体表面に対して斜めの位置から前記照明範囲に前記パターンと斜交する第 2 の照明光を照射する第 2 の照明光学系と、前記第 1、第 2 の照明光をけらない程度に前記被検体表面から離れた位置に配置され、前記第 1 の照明光により被検体表面で発生した回折光を収束させる収束光学系と、前記収束光学系による回折光の収束位置及び又は回折光の収束位置以外の位置から前記照明範囲を撮影する画像入力手段と、前記画像入力手段から出力される照明範囲の画像を可視化する表示手段とを具備する構成とした。

【0018】請求項 7 に対応する本発明は、前記第 1 の照明光学系を、光源と、この光源から発した光をアフォーカルな平行光束に変換して前記照明範囲に照射する照射レンズとを備えた構成とし、前記収束光学系を、前記画像入力手段と前記被検体表面との間であって前記第 1、第 2 の照明光をけらない程度に被検体表面から離れた位置に配置され、前記照明範囲に対応した口径を有し照明範囲から入射する平行光束を画像入力手段の受光部に収束させる結像レンズを備えた構成とした。

【0019】請求項 8 に対応する本発明は、標本表面の前記照明範囲を干渉照明する干渉照明光学系を備えたことを特徴とする。請求項 9 に対応する本発明は、前記干渉照明光学系を、画像入力手段の受光部と標本表面との間に設けられたハーフミラーと、このハーフミラーで折り曲げた光軸上における前記結像レンズの焦点位置に設けられ前記結像レンズの開口数を満たす拡散光源とを備えて構成している。

【0020】

【作用】本発明は、以上のような手段を講じたことにより次のような作用を奏する。請求項 1 に対応する本発明によれば、被検体表面に対して斜めの位置から被検体表面の所定の照明範囲にパターンと直交する方向の照明光が照明光学系により照射される。被検体表面で発生した回折光は所定位置で収束し回折光の分光縞の帯が形成さ

れる。このようにして形成された回折光の帯の中に、例えば画像入力手段を構成するカメラのレンズ瞳を配置すれば、被検体の各部の回折光の発生具合を可視化表示できる。また、回折光の収束点以外で標本表面の照明範囲を撮影すれば、その撮影画面中に標本表面の塵、傷等により発生する散乱光が現れる。これは暗視野観察と同様な原理である。従って、1つの照明光学系で回折光と散乱光の2つの照明法が実現される。

【0021】請求項 2 に対応する本発明によれば、照明光学系が凸レンズで収束光を生成して標本表面の照明範囲に照射するので、標本表面で発生した回折光が照明光の集光位置を通して被検体と直交方向に分光縞の帯を作る。

【0022】請求項 3 に対応する本発明によれば、光源から発した光が照射レンズでアフォーカルな平行光束に変換されて標本の照明範囲に照射され、標本表面で発生する回折光が結像レンズで画像入力手段の受光部に収束させられる。平行光束での照射では回折光は自ら収束しない。回折光は照射光の平面内で波長毎に異なる角度で発生しているので、これらを結像レンズにより収束させる必要がある。

【0023】請求項 4 に対応する本発明によれば、回折光の収束位置に配置された第 1 の撮像手段により回折光の帯を含んだ照明範囲の画像が撮影され、回折光の収束位置近傍に配置された第 2 の撮像手段により散乱光の情報を含んだ照明範囲の画像が撮影される。

【0024】請求項 5 に対応する本発明によれば、被検体表面に対して斜めの位置から被検体表面の所定の照明範囲に直線と直交する方向の収束照明光が第 1 の照明光学系により照射される。被検体表面で発生した回折光は自ら収束して所定位置で回折光の帯が形成される。このようにして形成された回折光の帯の中に配置した画像入力手段で被検体の回折光の発生状況が可視化表示される。

【0025】また、被検体表面に対して斜めの位置から照明範囲にパターンと斜交する第 2 の照明光が第 2 の照明光学系により照射される。パターンと斜交する方向から標本表面を照明すると、直交する方向から照明する場合（第 1 の照明光による場合）に比べて標本表面の塵、突起等の欠陥の検出効率が高くなる。また、第 1 の照明光学系と第 2 の照明光学系とを交互に駆動すれば、回折光の収束位置で回折光による画像と散乱光による画像の両方を取得することができる。

【0026】請求項 6 に対応する本発明によれば、被検体表面に対して斜めの位置から被検体表面の所定の照明範囲にパターンと直交する方向の照明光が第 1 の照明光学系により照射される。被検体表面で発生した回折光は収束光学系により所定位置で収束し回折光の帯が形成される。このようにして形成された回折光の帯の中に配された画像入力手段で被検体表面での回折光の発生状況が

可視化表示される。

【0027】また、被検体表面に対して斜めの位置から照明範囲にパターンと斜交する第2の照明光が第2の照明光学系により照射される。パターンと斜交する方向から標本表面を照明すると、直交する方向から照明する場合（第1の照明光による場合）に比べて標本表面の塵、突起等の欠陥の検出効率が高くなる。また、第1の照明光学系と第2の照明光学系とを交互に駆動すれば、回折光の収束位置で回折光による画像と散乱光による画像の両方を取得することができる。

【0028】請求項7に対応する本発明によれば、第1の照明光学系の照射レンズにより平行光束となった第1の照明光が標本の照明範囲に照射され、標本表面で発生した回折光が収束光学系を構成する結像レンズにより画像入力手段の受光部に収束させられる。

【0029】請求項8に対応する本発明によれば、標本表面の前記照明範囲が干渉照明光学系により照明される。被検体が例えばガラス基板とその上に形成された薄膜との2層構造をしていれば、薄膜の表面反射と裏面反射との位相差により干渉縞が形成される。この干渉縞が画像入力手段で撮影される。従って、照明光学系又は第1の照明光学系と、干渉照明光学系とを切替えてそれぞれの照明法での画像を取り込むことにより、回折、散乱、干渉による各検査が可能になる。

【0030】請求項9に対応する本発明によれば、拡散光源の像がハーフミラーで反射して標本表面の照明範囲に投影される。ここで、標本表面に照明光を照射することにより発生した回折光を帯状に集光する理論について述べる。格子状の配線が刻印された基板表面に配線に対して直角に斜め上方から照明光を照射すると、0次～n

次の回折光が図7に示す方向に発生する。このとき回折光は、同図に示す式に従い、配線のピッチと波長によって回折角が変えられる。

【0031】入射光が白色光であれば、回折光に対して図8(a)に示すように白紙を配置すると、その白紙には同図(b)に示すように赤～青の回折光のラインが形成される。

【0032】また、図9(a)に示すように、基板表面の配線と45度の角度をなす入射光を斜め上方から照射すると、0次反射光は入射光と基板とで作る平面内にあるが回折光は入射光平面ではなくa～cのように折り曲げられる。

【0033】次に、収束光束を基板の配線方向と直角に斜め上方から入射させる場合について考える。このとき収束角が15度程度までは回折光と0次反射光が同一平面近くにあるので、両者のずれを無視して図示すれば図10、図11のようになる。図11に示すように、0次反射光の集光点を通して回折光によるナイフエッジ状の光束ができる。このナイフエッジ状の光束（分光縞の帯状光束）には照野全体からの回折光が包含されている。

この帯状光束中にTVカメラを配置すれば基板表面の情報を得ることができる。

【0034】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。図1は、本発明の第1実施例に係る欠陥検出装置の構成図である。同図に示す1はステージであり、そのステージ1に標本Sが載置されている。ステージ1は直交する2方向へ移動可能なX-Yステージからなる。標本Sは、ガラス又はシリコン基板上に無数の配線が規則正しく格子状に刻印された液晶基板又はICウエハである。

【0035】本実施例の欠陥検出装置は、標本S表面の斜め上方より標本S表面の照明範囲に配線と直交する方向から収束する第1の照明光を照射する第1の照明光学系2を備えている。

【0036】また、標本Sの上方で第1の照明光をけらない程度に標本表面から離れた位置であり、かつ標本表面で発生した回折光が帯状に収束する位置（照射レンズ13の焦点位置）に第1のTVカメラ3が配置され、その帯状収束位置の近傍であって回折光の収束点外に第2のTVカメラ4が配置されている。実際には、紙面の垂直方向の近傍位置に配置される。

【0037】これらTVカメラ3、4のそれぞれの映像出力端子に画像処理装置5が接続され、この画像処理装置5にコンピュータ6及び表示手段としてのモニタ7が接続されている。

【0038】第1の照明光学系2は、発光強度が高くかつ様々な波長を持つ第1の照明光を発する光源11と、光源11から発した第1の照明光をアフォーカルな光束に変換する集光レンズ12と、集光レンズ12から出射する平行光束を収束光に変換して標本Sの所定の照射範囲に照射する照射レンズ13とからなる。

【0039】なお、光源11として水銀ランプの一種であるメタルランプが用いられているものとする。また、照射レンズ13による照射範囲は大きいほど好ましいが、照射範囲が大きいとレンズ径が大型化し又は減光量が増大することから、標本Sが360mm×460mmの大きさの基板であれば、それを4分割した範囲（180mm×230mm）となるように集光レンズ12、照射レンズ13の直径を設定する。具体的には、集光レンズ12、照射レンズ13の直径を400mm程度に設定し、照射レンズ13の焦点距離を1000mm～1300mmにする。これらレンズはガラス性、アクリル性のいずれでもよく、またフレネルレンズで代用することもできる。

【0040】標本Sを4分割して検査する場合は、標本Sの4つの検査位置が自動で照射範囲に移動するようにステージ1の駆動制御部に予め設定しておく。第1、第2のTVカメラ3、4に備えられたカメラレンズは、焦点距離が20mm～50mm程度のズームレンズからなり、標本Sの大きさにカメラ視野を合わせたり、標本Sが格子パターンであることから生じるモアレ縞を消去するの

に用いられる。

【0041】次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。光源11から発した第1の照明光は集光レンズ12で平行光束に変換され、さらに照射レンズ13によって収束光に変換されて標本Sの所定の照射範囲に入射する。

【0042】このように第1の照明光学系2により収束光からなる第1の照明光で標本Sが照明されると、図10(a)(b)に示すような標本表面に格子状に刻印された配線パターンによって発生した回折光が照射レンズ13の焦点位置を通して帯状に収束する。この回折光の帯状の収束位置に配置された第1のTVカメラ3で、被検体表面の像を撮影する。この像は被検体表面の各部の回折光の発生状況を含んでおり、電気信号に変換され処理装置5へ入力される。

【0043】また、標本Sの照射範囲に塵、傷等があると、その部位で散乱光が発生する。回折光の帯状収束位置からずらして配置した第2のTVカメラ4にて照射範囲を撮影することにより散乱光を含んだ画像が取得される。

【0044】なお、分光縞帯からの像にも傷等からの散乱光が含まれているが、回折光と散乱光とが重なり合うため検出効率が落ちる。第2のTVカメラ4で検出された散乱光の情報が含まれた電気信号は画像処理装置5へ入力される。

【0045】画像処理装置5は、種々の欠陥を検出するのに適した複数のフィルタリング処理機能と欠陥位置検出機能とを備えている。画像処理装置5は、第1のTVカメラ3の出力信号を取り込むと、回折光検査に対応したフィルタリング処理を施して欠陥検出を実施する。欠陥が検出されると欠陥の大小及び明暗を画像処理で求め、その4ファクターから欠陥の種類を判別する。また、ある処理のみで欠陥として検出されたならば、上記4つのファクターにその処理内容及び照明法を判定のための新たなファクターとして加えた上で欠陥の種類を判別する。また第2のTVカメラ4の出力信号を取り込むと、散乱光検査に対応したフィルタリング処理を施して欠陥検出を実施する。特に、第2のTVカメラ4の出力を画像処理することにより欠陥の大小、明暗が検出できれば“大”は傷、“小”は塵などと判定できる。この画像処理結果はコンピュータ6及びモニター7へ出力される。

【0046】モニター7には、第1、第2のTVカメラ3、4の原画像や処理画像が表示される。また、モニター7上に表示された画像に対してマウス等のポインティングデバイスを使って観察者が画面上で発見した欠陥の位置座標を直接入力することもできる。

【0047】コンピュータ6は、このようにして得られた画像処理結果を所定の記憶部に保存すると共に、製造プロセスに欠陥要因をフィードバックするため製造プロ

セスを管理している外部装置へ転送する。

【0048】このように本実施例によれば、標本S表面の斜め上方より標本Sの照射範囲に配線と直交する方向から収束する第1の照明光を照射すると共に、標本Sの上方で第1の照明光をけらない程度に標本表面から離れた位置であり、かつ標本表面で発生した回折光が帯状に収束する位置に第1のTVカメラ3を配置し、その帯状収束位置の近傍であって回折光の収束点外に第2のTVカメラ4を配置したので、第1のTVカメラ3の出力によれば標本表面の照射範囲全体の回折光から欠陥検査を行うことができ、第2のTVカメラ4の出力によれば散乱光による欠陥検査が可能になる。従って、1つの照明光学系2のみで回折光と散乱光とによる2つの欠陥検査が可能になる。

【0049】本実施例によれば、第1のTVカメラ3と第2のTVカメラ4とを近接配置しているので、2つのTVカメラで捕らえられる標本画像が近似したものとなり、欠陥座標の認識が容易になる利点がある。

【0050】なお、上記実施例では2台のTVカメラを備えているが、1台のTVカメラを回折光の帯状収束位置と回折光の収束点外とを移動可能に構成すれば、1台のTVカメラで上記実施例と同等の検査が可能になる。

【0051】次に、図2を参照して本発明の第2実施例について説明する。本実施例は、光源11から発した第1の照明光を、照射範囲に対応した径を有する凸レンズ21でアフォーカルな状態にして、標本表面の斜め上方から配線と直交する角度で標本表面に入射させる。また、標本Sの真上であって第1の照明光を遮らない位置に、検査範囲よりも十分に大きい径を有する結像レンズ22を配置し、結像レンズ22の焦点付近に第1のTVカメラ3の瞳が来るようにしている。また、第1のTVカメラ3に近接した紙面と直交した位置に第2のTVカメラ4を配置している。なお、第1、第2のTVカメラ3、4の映像出力端子には第1実施例と同様に画像処理装置5、コンピュータ6、モニター7が接続されている。

【0052】このように構成された実施例では、光源11から発した第1の照明光が凸レンズ21でアフォーカルな状態にされて標本表面に照射される。また、標本表面で発生した回折光は平行光束となって結像レンズ22に入射し、結像レンズ22で収束作用を受けてレンズ22の焦点位置に回折光の帯となって集光する。

【0053】このように本実施例によれば、第1の照射光と標本Sとのなす角度が一定となると共に光量ムラが少なくなるので、このような照明下において取得された標本像で欠陥検出を行うことにより欠陥検出能力を向上させることができる。

【0054】次に、図3及び図4を参照して本発明の第3実施例について説明する。図3は本実施例の光学系の状態を標本Sの上方から見た図であり、図4は同光学系を横から見た図である。なお、図2に示す光学要素と同

一機能を有する部分には同一符号を付している。

【0055】本実施例は、アフォーカル光である第1の照明光とほぼ同じ照野をもつ対の第2の照明光A、Bを、標本Sの斜め上方から同じ照野へ、標本表面に刻印された配線に対して45度近傍の角度で入射する一対の第2の照明光学系25A、25Bを備えている。第2の照明光学系25A、25Bは、それぞれ光源23a、23bと、光源23a、23bから発した光を第1の照明光とほぼ同じ領域へ投影するレンズ24a、24bとから構成されている。

【0056】また、本実施例では、第1の照明光学系による第1の照明光と、第2の照明光学系25A、25Bの各第2の照明光を、それぞれ独立に遮光可能なシャッター機構が設けられている。

【0057】なお、結像レンズ22の焦点位置には第1のTVカメラ3が配置され（第2のTVカメラ4は装備しない）、第1のTVカメラ3の映像出力端子には画像処理装置等が接続されているのは第1実施例と同様である。

【0058】このように構成された本実施例では、第1の照明光学系による第1の照明光のみで標本を照明することにより第2実施例と同様に回折光照明による欠陥検査が可能となる。また、第2の照明光学系25A、25Bによる第2の照明光のみを標本Sに照射すると、標本表面の配線に対して45度近傍の角度となる第2の照明光が斜め上方から照射される。第2の照明光学系の角度（45度）は、実験結果より最も検出能力の高い位置であったことから決定した角度である。

【0059】ここで、標本表面の塵や突起は、照明光を標本の配線とほぼ平行にして照射した方がより効率良く検出できる。この理由は標本表面の塵や突起が標本表面から突出しているからである。しかし、標本表面から凹んでいる欠陥は、配線に対して平行照明ではなく、むしろ45度～60度の角度があったほうが効率良く検出でき、かつ標本表面の塵や突起は検出効率は多少落ちるが検出可能なレベルにある。

【0060】従って、最も検出効率の高い配線に対して45度近傍の角度で、第2の照明光による散乱光照明が実施される。このような散乱光照明により発生した散乱光は結像レンズ22により固定されている第1のTVカメラ3上に収束され、画像処理装置において散乱光照明に対応した欠陥検査が行われる。なお、第2の照明光学系25A、25Bの双方で同時に散乱光照明してもよいし、交互に散乱光照明するようにしても良い。

【0061】このように本実施例によれば、第2の照明光学系25A、25Bにより、標本表面から凹んでいる欠陥に対して最も検出効率が高くなる配線に対して45度近傍の角度で第2の照明光A、Bを照射するようにしたので、標本表面から凹んでいる欠陥であっても高い検出効率を実現することができる。

【0062】次に、図5を参照して本発明の第4実施例について説明する。なお、図2に示す光学要素と同一機能を有する部分には同一符号を付している。本実施例は、図2に示す第1の照明光学系20と共に、標本Sを干渉照明する第2の照明光学系30を備えている。第2の照明光学系30は、結像レンズ22と第1のTVカメラ3との間に所定角度で配置されたハーフミラー31と、ハーフミラー31で折り曲げられた光軸上の結像レンズ22の共焦点位置に配置された直径10mmの開口を有する開口部32と、開口部32の後側に配置された干渉光源33とを備えている。第1の照明光学系20の光源11と第2の照明光学系30の光源33はそれぞれ独立に点灯制御可能になっている。その他の構成は図2の第2実施例と同様である。また、本実施例で対象となる被検体は、ガラス基板の上面に薄膜が形成されているものとする。

【0063】本実施例においては、第1の照明光学系20の光源11を消して、第2の照明光学系30だけで照明すると、干渉光源33で発した第2の照明光が結像レンズ22の共焦点位置に置かれた開口部33の開口を通過してハーフミラー31で結像レンズ22側へ反射される。そして、第2の照明光が結像レンズ22で平行光束とされて標本Sに照射される。標本面では、薄膜の表面で反射する表面反射成分と薄膜の裏面（ガラス基板の表面）で反射する裏面反射成分とが発生する。この2つの成分が両者の位相差に応じて干渉縞を形成する。その結果、第1のTVカメラ3には標本面の干渉パターンが投影される。その干渉パターンが第1のTVカメラ3で撮影されて画像処理装置へ入力される。上述したように干渉パターンを利用すれば薄膜の膜厚ムラが検出できるので、画像処理装置では膜厚ムラ検出に対応した画像処理を施して膜厚ムラの検出を行う。

【0064】また、第2の照明光学系30の光源33を消して、第1の照明光学系20だけで照明すれば、前述した第2実施例と同様に回折光検査が実施できる。このように本実施例によれば、第1の照明光学系20による照明で回折光及び散乱光による欠陥検査を行うことができ、第2の照明光学系30による照明で干渉による欠陥検査ができる。従って、回折、干渉、散乱による表面検査の結果と使用照明法とから精度の高い欠陥分類を行うことができ、また人間による目視観察により近い判断機能を実現することができる。

【0065】図6は、第4実施例の変形例を示している。この変形例は、第2の照明光学系40を、干渉光源41と、この干渉光源41から発した第2の照明光をアフォーカルな状態の平行光束にする凸レンズ42と、標本Sと結像レンズ22との間に配置され凸レンズ42から入射する第2の照明光を標本S側へ光軸と平行に反射させるハーフミラー43とを備えている。

【0066】このような変形例によれば、第2の照明光

の結像レンズ 22 での表面反射が第 1 の TV カメラ 3 に入射しなくなるといった利点がある。なお、前述した図 3 の第 3 実施例では、第 1 の照明光学系からアフォーカルな状態の第 1 の照明光を照射しているが、図 1 に示す第 1 の照明光学系 2 のように、ある角度で収束する光束を第 1 の照明光として使用することができる。

【0067】図 12 は、本発明の第 5 実施例に係る欠陥検出装置の光学系の構成を示す図である。本実施例は、第 1 実施例で説明した第 1 の照明光学系 2 と、図 3 の第 3 実施例で説明した第 2 の照明光学系 25 とを組み合わせた構成を有している。このような第 1、第 2 の照明光学系を備えた場合、収束光学系（結像レンズ 22）は不要である。本実施例によれば、収束光学系を備えることなく、第 3 実施例と同様の効果を奏することができる。

【0068】また、以上の説明では被検体の表面に刻印された配線パターンとして格子状のものを説明したが、本発明は回折光を生じさせれば良いので、複数本の直線が一方方向に連続するようなパターンであってもよい。本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々変形実施可能である。

【0069】

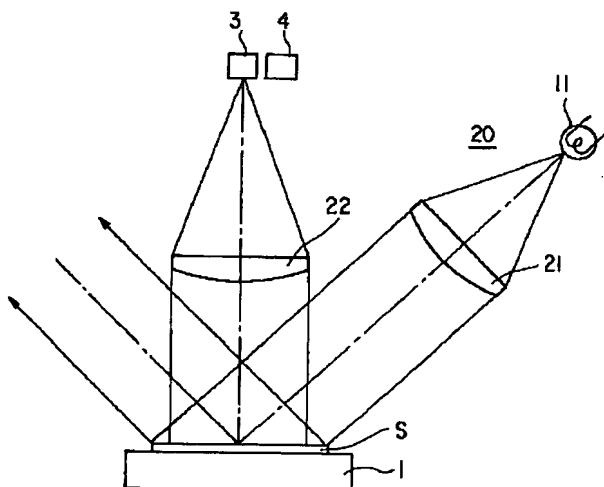
【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、複数の照明法を 1 つの光学系で実現でき、欠陥種別を正確に分類することができ、人間の目視観察による検査能力と同様の判断機能を実現できる欠陥検出装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施例に係る欠陥検出装置の構成図である。

【図 2】本発明の第 2 実施例に係る欠陥検出装置の光学 *

【図 2】



* 系の構成図である。

【図 3】本発明の第 3 実施例に係る欠陥検出装置の光学系の上面図である。

【図 4】本発明の第 3 実施例に係る欠陥検出装置の光学系の側面図である。

【図 5】本発明の第 4 実施例に係る欠陥検出装置の光学系の側面図である。

【図 6】第 4 実施例に係る欠陥検出装置の変形例の光学系の側面図である。

10 【図 7】格子状の配線が刻印された基板表面に光を入射した際の 0 次反射光及び n 次回折光の発生方向を示す図である。

【図 8】回折光によるライン形成を示す図である。

【図 9】基板表面の配線に斜交する入射光に対する回折光発生方向を示す図である。

【図 10】照射レンズ、レンズ照野及び 0 次反射光の集光点との関係を示す図である。

【図 11】図 10 の光学配置を横から見た状態を示す図である。

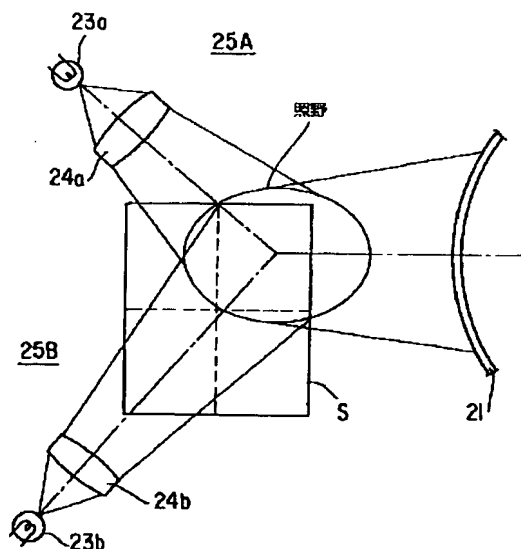
20 【図 12】本発明の第 5 実施例に係る欠陥検出装置の光学系の上面図である。

【図 13】種々の照明法と観察者の目の位置とを示す図である。

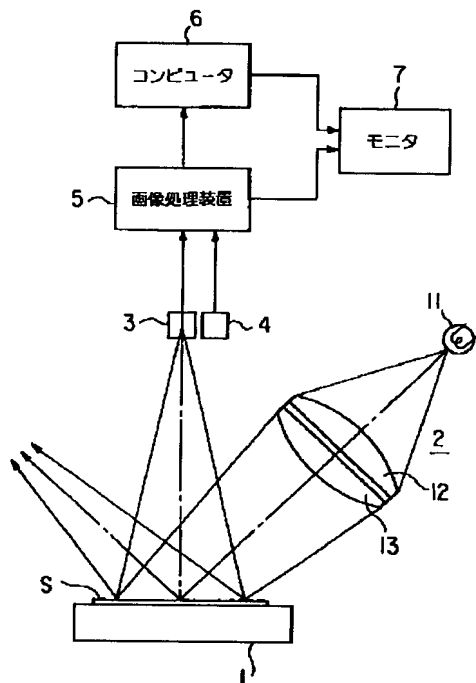
【符号の説明】

1…ステージ、2、20…第 1 の照明光学系、3…第 1 の TV カメラ、4…第 2 の TV カメラ、5…画像処理装置、6…コンピュータ、7…モニタ、11、23…光源、12…凸レンズ、13…照射レンズ、22…結像レンズ、25…第 2 の照明光学系、30…干渉照明光学系。

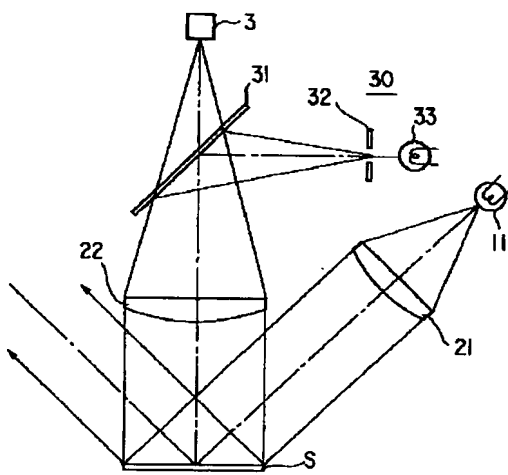
【図 3】



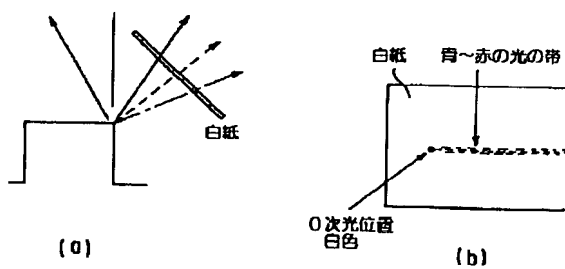
【図 1】



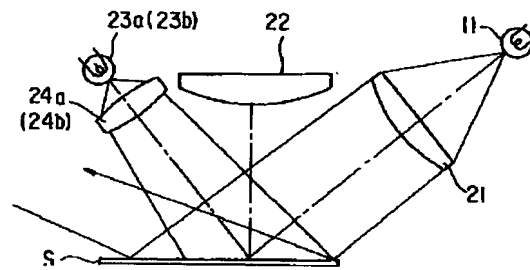
【図 5】



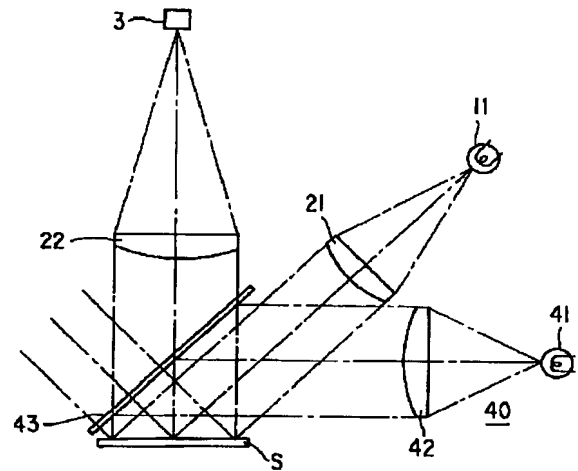
【図 8】



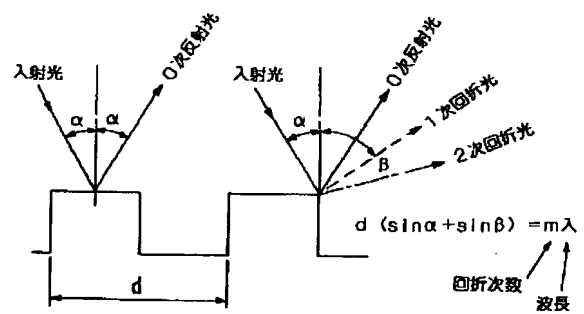
【図 4】



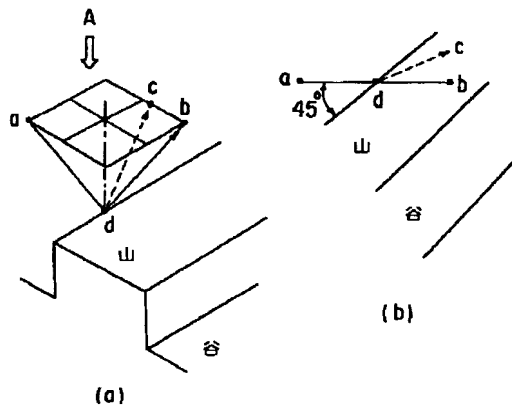
【図 6】



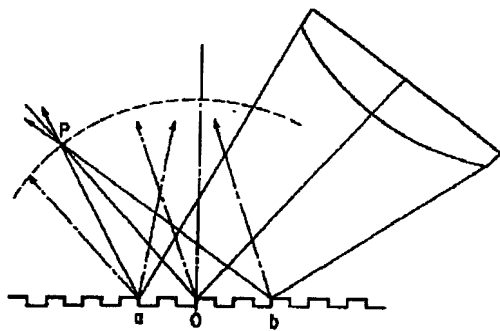
【図 7】



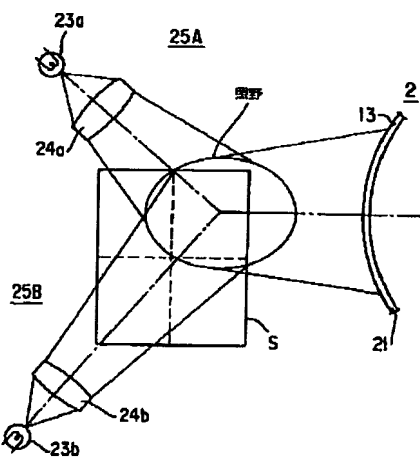
【図9】



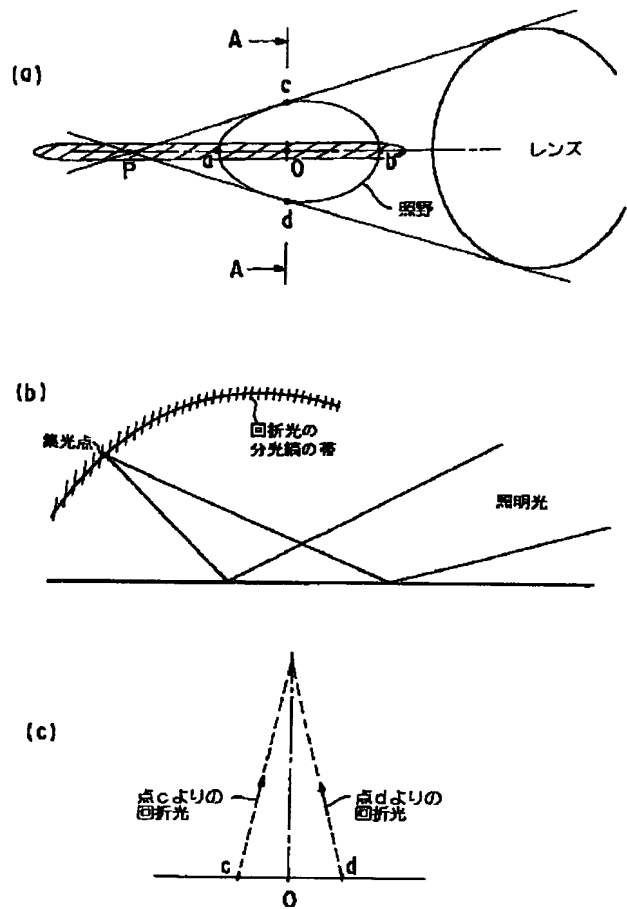
【図11】



【図12】



【図10】



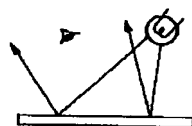
【図13】



(a)



(b)



(c)

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

// G 0 6 T 7/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所